

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-284200

(43)Date of publication of application : 31.10.1997

(51)Int.Cl.

H04B 7/26

H01Q 3/26

H04Q 7/36

H04Q 7/38

(21)Application number : 08-088417

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 10.04.1996

(72)Inventor : SHIBUYA AKIHIRO

MORIYA YOICHI

FUKUI NORIYUKI

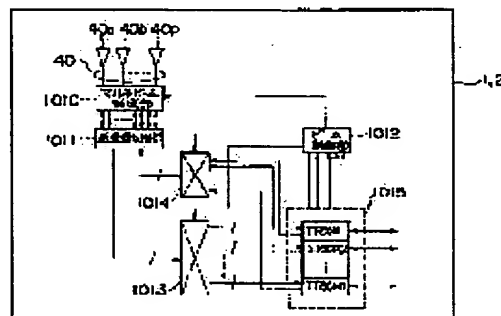
KAWABATA TAKASHI

(54) RADIO COMMUNICATION EQUIPMENT AND RADIO COMMUNICATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the radio communication equipment and its method in which same frequency interference power is reduced and the system capacity is improved by allowing a base station to selectively control the transmission of an omnidirectional beam or a narrow beam based on radio terminal information received from a radio terminal equipment.

SOLUTION: Each of base stations 1, 2 uses a beam control section 1012 to select/control transmission of an omnidirectional beam or a narrow beam based on radio terminal information of an opposite party such as same frequency channel interference, mobile speed and in-cell traffic according to an arrived radio wave received by a plurality of antenna elements 40a-40p of an antenna array 40 prior to the transmission and uses a desired beam so as to conduct communication. Thus, Each advantage of the omnidirectional beam and the narrow beam is utilized for beam assignment, and the same frequency interference power is reduced more than the conventional communication method with the omnidirectional beam only and the radio communication equipment and the method whose system capacity is improved are obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 相互間で無線通信を行う基地局と無線端末とからなる無線通信装置で、
上記基地局が、
上記無線端末からの信号を受信するための受信手段と、
上記受信手段により受信した信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するためのビーム制御手段と、
上記ビーム制御手段により選択されたビームにて送信を行うための送信手段とを備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項 2】 上記無線端末が、
上記基地局からの信号を受信するための端末側受信手段と、
上記端末側受信手段により受信した信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するための端末側ビーム制御手段と、
上記ビーム制御手段により選択されたビームにて送信を行うための端末側送信手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信装置。

【請求項 3】 上記相手側情報が上記無線端末の送信信号レベルであって、上記ビーム制御手段が、
上記無線端末の送信信号レベルを測定するレベル測定部と、
上記レベル測定部により測定された上記送信信号レベルを所定の閾値と比較するためのレベル比較部と、
上記比較部の比較結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第一のビーム割当て処理部とを備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の無線通信装置。

【請求項 4】 上記相手側情報が上記無線端末が移動端末であるか静止端末であるかという端末属性であって、
上記ビーム制御手段が、
上記無線端末が移動端末であるか静止端末であるかを検知するための移動／静止検知部と、
上記移動／静止検知部の検知結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第二のビーム割当て処理部とを備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の無線通信装置。

【請求項 5】 上記相手側情報が上記無線端末の移動速度であって、
上記ビーム制御手段が、
上記無線端末の移動速度を検出するための移動速度検出部と、
上記移動速度検出部により検出された移動速度を所定の閾値と比較するための速度比較部と、
上記速度比較部の比較結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第三のビーム割当て処理部とを備えたことを特徴とする

請求項 1 または 2 記載の無線通信装置。

【請求項 6】 上記相手側情報が上記無線端末のトラヒック量であって、
上記ビーム制御手段が、
上記無線端末のトラヒック量を検出するためのトラヒック量検出部と、
上記トラヒック量検出部により検出されたトラヒック量を所定の閾値と比較するためのトラヒック量比較部と、
上記トラヒック量比較部の比較結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第四のビーム割当て処理部とを備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の無線通信装置。

【請求項 7】 上記相手側情報が上記無線端末の要求品質レベルであって、
上記ビーム制御手段が、
上記無線端末の要求品質レベルを検知する要求品質レベル検知手段と、
上記要求品質レベル検知手段により検知された要求品質レベルに基づいて、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第五のビーム割当て処理部とを備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の無線通信装置。

【請求項 8】 上記基地局が、
上記受信手段により受信した信号に基づいて、通信中の変化し得る相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するための通信中ビーム制御手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の無線通信装置。

【請求項 9】 上記無線端末が、
上記端末側受信手段により受信した信号に基づいて、通信中の変化し得る相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するための端末側通信中ビーム制御手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の無線通信装置。

【請求項 10】 上記通信中ビーム制御手段が、
通信中にセル内チャネル切替を行うかどうかの判断を行うためのセル内チャネル切替部と、
最適な切替先ビーム番号を選択するための切替先ビーム番号選択部と、
現在使用中のビームが狭ビームであるかどうかを判断し、狭ビームであった場合には、それを上記切替先ビーム番号選択部により選択されたビーム番号の狭ビームに切り替えるための狭ビーム切替部と、
同一周波数干渉があるかどうかを判定するための同一周波数干渉判定部と、
上記同一周波数干渉判定部の判定結果に基づいて、同一周波数干渉がある場合には周波数の切替を実行する周波数切替部とを備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 9

のいずれかに記載の無線通信装置。

【請求項11】 上記通信中ビーム制御手段が、最適な切替先基地局を選択するための切替先基地局選択部をさらに備えたことを特徴とする請求項10記載の無線通信装置。

【請求項12】 上記通信中ビーム制御手段が、相手側からの電波到来方向および相手側の移動速度から切替セル内干渉を予測するための干渉予測部をさらに備えたことを特徴とする請求項11記載の無線通信装置。

【請求項13】 基地局と無線端末との間で無線通信を行うための無線通信方法で、

上記基地局が、上記無線端末からの信号を受信して、該信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択する工程と、

上記基地局が、上記選択されたビームにて送信を行う工程とを備えたことを特徴とする無線通信方法。

【請求項14】 上記無線端末が、上記基地局からの信号を受信して、該信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御する工程と、

上記無線端末が、上記選択されたビームにて送信を行う工程とを備えたことを特徴とする請求項13記載の無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、無線通信装置および無線通信方法に関し、特に、セルラ無線通信方式において高速移動通信、広帯域データ通信を行うための無線通信装置及び無線通信方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】セルラ移動通信では一定距離以上離れた無線ゾーンで繰り返して使用することにより、地理的な周波数の再利用を図ることで周波数利用効率を向上させることが一般的に行われる。再利用されるゾーン(セルと呼ぶ)は、同一周波数干渉が許容レベル以下になるように地理的に配置される。陸上移動伝搬特性は、基地局と無線端末との距離を R (m)とすると自由空間における伝搬損失 L (R)は、下式で示される(移動通信の基礎：電子情報通信学会編)。

$$L(R) = 10 \log(4\pi d/\lambda)^2 \quad (1)$$

とすると、キャリア周波数を60GHzとすると、 $L(R)$ は

$$L(R) = 68 + 20 \log(R) \quad (2)$$

となる。すなわち、セルラ移動通信は、(2)式で示されるような電波減衰特性を有するチャネルを許容干渉レベルのもとで再利用する。このため、高速無線アクセスをセルラ移動通信で実現しようとする、(a) 最大送信電力の問題および(b) 同一周波数チャネル干渉低減の問題に関する検討が重要となる。

【0003】(a)の問題について説明を加える。一般的にセルラ移動通信における無線回線設計は、例えば、奥村、進士共監「移動通信の基礎」(社団法人電子情報通信学会発行)に示されているものが広く知られている。それによると、送信電力はセル内の場所劣化率(Outage)を定義し、その値を規定値以下にするように決められる。場所劣化率はセル内で所要 $C/(N+I)$ (希望波レベル対ノイズレベル及び干渉波レベル)を下回る場所率で定義される。短区間中央値変動及びアンテナゲインを適切に選び、送信電力を求めた結果を図18に示す。図18より、以下のことがわかる。

(i) 10Mbps級の伝送を、場所劣化率5%で実現しようすると半径20mで80mW程度の送信電力(p-p)があれば十分可能である。

(ii) 100Mbps級の伝送を、場所劣化率5%で実現しようすると半径20mで800mWの送信電力(p-p)が必要となる。

すなわち、従来の手法に基づいて高速無線アクセスを実現しようすると非常に大きな送信電力を許容するか、セル半径を小さくする以外に方法がないことがわかる。

【0004】一方、(b)の問題は、例えば、データ伝送や無線パケット伝送をセルラ移動通信で実現しようとする場合、特に注意が必要である。なぜなら、データ伝送を行う場合は、音声データに比較して、より高い回線品質が要求されるからである。例えば、現在実用化されているPHSシステムでは、音声データ伝送に対しては誤り率が 10^{-3} 以下であることが要求されているが、データ伝送では、それよりさらに低い誤り率が要求される。すなわち、送信電力が一定ならば、セルラ移動通信では希望波対干渉波電力比をより大きくとらなければならないことを意味し、そのことは周波数利用効率向上を阻害する要因となる。加えて、高速データ伝送を行う場合、多重散乱波による選択性フェージングの問題が顕著に現れるため所要回線品質の確保が困難となる。

【0005】このような課題を克服するため、指向性アンテナを用いたセルラ無線通信方式がある。指向性アンテナは、遅延スプレッドを小さくできることが知られており、また、アンテナゲインを大きく取れることから送信電力を低減できるという特長がある。指向性アンテナを適用する方式として、セクタ化方式や多重ビームを形成するアレイビーム方式がある。セクタ化は指向性アンテナの特長を生かす有効な手段であるが、セクタ化が有効に機能するのは60度ビーム幅までであり、それ以上は期待した効果が得られない。理由のひとつとして、セクタセルは分離したセルとして扱われるため無線端末がセクタ間を移動するとセル内チャネル切替が必要となるためチャネル切替オーバーヘッドが増加することが挙げられる。

【0006】アレイビームを適用した場合の特質については、例えば、特開平7-79476号公報に詳しく示

されている。これによると、方位角で別々の重複した狭いビームを形成する能力をそれぞれ有する複数のアンテナアレイを具備するものが記載されており、アレイビームを適用するとセクタ化の問題点を解消することができる。特開平7-79476号公報に記載されている従来の基地局セルの構成を図19に示す。

【0007】図19は複数の狭ビームで基地局アンテナを構成した場合の従来例を示している。図において、1および2は基地局、1xおよび2xはそれぞれ基地局1および2の在圏エリア、1p、1a、1b、1c、2h、2i、2jおよび2kは狭ビーム、11は無線端末である。図19は、基地局1の在圏エリア1xを通過し、基地局2の在圏エリア2xに入る無線端末11の様子を示している。基地局1の狭ビーム切替アルゴリズムは、狭ビーム1p、1a、1bおよび1cを通過する無線端末11を監視し、無線端末11がセル2の基地局2の狭ビーム2k、2j、2i及び2hへ移動したことを予測する。複数の狭ビームアンテナにより構成される基地局セルは、ネットワークの観点から考察すると分離したセルではなく無指向性のセル配置として扱うことが可能となる。すなわち、無線端末11はビーム切替により、基本的に移動に伴うチャネル切替は発生しない。これがマルチビームセルとセクタ化セルとの決定的な違いである。従って、セクタ間切替トラヒックが発生することがないので、ネットワークの総トラヒックに占めるチャネル切替トラヒックの負荷の大幅低減が可能となり、かつアンテナ制御方法には従来以上に自由度が与えられることになる。

【0008】基地局アンテナを複数の狭ビームで構成することによりセルを構成する方式は、上りチャネル（無線端末11→基地局1または2）において、地形や建物により生じる散乱信号や同一周波数使用の無線端末から到来する干渉信号を低減する効果がある。さらに、セクタ化セルに比べセクタ間チャネル切替のような問題が生じないため、オーバーヘッドトラヒックが減少することから、狭ビームアンテナの使用は周波数利用効率を高める極めて有効な手段であるといえる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、具体的なセル配置を考えた場合、以下のような問題点がある。

(a) 無線端末11のアンテナをオムニビームとすると上りチャネル（無線端末11→基地局1または2）の干渉低減効果がない上、下り回線の多重波遅延が問題となる。(b) 高密度トラヒックが存在し、極小セルの適用が検討されるような環境において通話中の全無線端末11に狭ビームを適用すると、無線端末11が移動する場合、ビームトラッキングに要する負荷、さらにビーム切替頻度の増加による切替制御トラヒックが無視できない。(c) 一般的に極小セルでは希望波を見通して受信する場合が多いため、多重反射による信号強度の瞬時値

変動(マルチパスフェージング)が小さく、十分高い希望波レベルが確保できる。このようなケースにおいて無線端末11が準静止状態にある場合、狭ビームを使用すると空間相関が大きくなるため空間ダイバシチ効果が減少する。

【0010】すなわち、狭ビーム化は、同一周波数干渉雑音の低減や、遅延スプレッドを小さくする効果があるが、極小セルにおいてトラヒック密度がシステムの収容能力に比して小さい場合には、干渉雑音が問題にならないため狭ビーム化の効果で空間相関が大きくなることで空間ダイバシチ効果が低減することが主たる問題となる。

【0011】さらに、オムニビームで通信中に、同一周波数干渉回避のためセル内チャネル切替を実行する場合は周波数あるいはスロットを切り替える必要があるが、これら切替は切替先チャネル使用ユーザに対し新たな干渉源となるため、適切なチャネル割当を行わなければ、システム全体で考えると不要なチャネル切替を誘発することになり、問題がある。

【0012】オムニビームで通信中、セル間チャネル切替を実行する必要がある場合も同様である。周波数あるいはスロットを切り替える必要があるが、これら切替は切替先チャネル使用ユーザに対し新たな干渉源となる。

【0013】また、セル内、およびセル間チャネル切替を行う場合、切替先基地局(同一基地局の場合もある)、新周波数などを切替時に適切かつ瞬時に決定する必要がある。ビーム切替が必要な場合には、さらに最適ビームの選択機能が必要となり、チャネル切替時の負荷が増大する。

【0014】また、狭ビームは、入射角を狭めることでマルチパス、同一周波数干渉を低減する効果がある一方で、受信波は空間相関が大きくなるため、無線端末が地理的にフェード状態にある場所で静止状態にあるような場合、空間ダイバシチ効果が得にくいという問題点がある。

【0015】以上説明したように、オムニビーム及び狭ビームをセルラシステムに適用しようとする、それぞれに一長一短があることがわかる。この発明は、かかる問題点を解決するためになされたものであり、オムニビーム及び狭ビームのそれぞれの長所を生かすことができるビーム割当てが可能な無線通信装置および無線通信方式を得ることを目的としている。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる無線通信装置は、相互間で無線通信を行う基地局と無線端末とからなる無線通信装置で、基地局が、無線端末からの信号を受信するための受信手段と、受信手段により受信した信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するためのビーム制御手段と、ビーム制御手段により選択さ

れたビームにて送信を行うための送信手段とを備えている。

【0017】また、無線端末が、基地局からの信号を受信するための端末側受信手段と、端末側受信手段により受信した信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するための端末側ビーム制御手段と、ビーム制御手段により選択されたビームにて送信を行うための端末側送信手段とを備えている。

【0018】また、相手側情報が無線端末の送信信号レベルであって、ビーム制御手段が、無線端末の送信信号レベルを測定するレベル測定部と、レベル測定部により測定された送信信号レベルを所定の閾値と比較するためのレベル比較部と、比較部の比較結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第一のビーム割当て処理部とを備えている。

【0019】また、相手側情報が無線端末が移動端末であるか静止端末であるかという端末属性であって、ビーム制御手段が、無線端末が移動端末であるか静止端末であるかを検知するための移動／静止検知部と、移動／静止検知部の検知結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第二のビーム割当て処理部とを備えている。

【0020】また、相手側情報が無線端末の移動速度であって、ビーム制御手段が、無線端末の移動速度を検出するための移動速度検出部と、移動速度検出部により検出された移動速度を所定の閾値と比較するための速度比較部と、速度比較部の比較結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第三のビーム割当て処理部とを備えている。

【0021】また、相手側情報が無線端末のトラヒック量であって、ビーム制御手段が、無線端末のトラヒック量を検出するためのトラヒック量検出部と、トラヒック量検出部により検出されたトラヒック量を所定の閾値と比較するためのトラヒック量比較部と、トラヒック量比較部の比較結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第四のビーム割当て処理部とを備えている。

【0022】また、相手側情報が無線端末の要求品質レベルであって、ビーム制御手段が、無線端末の要求品質レベルを検知する要求品質レベル検知手段と、要求品質レベル検知手段により検知された要求品質レベルに基づいて、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第五のビーム割当て処理部とを備えている。

【0023】基地局が、受信手段により受信した信号に基づいて、通信中の変化し得る相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するための通信中ビーム制御手段をさらに備えている。

【0024】また、無線端末が、端末側受信手段により受信した信号に基づいて、通信中の変化し得る相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するための端末側通信中ビーム制御手段をさらに備えている。

【0025】また、通信中ビーム制御手段が、通信中にセル内チャネル切替を行うかどうかの判断を行うためのセル内チャネル切替部と、最適な切替先ビーム番号を選択するための切替先ビーム番号選択部と、現在使用中のビームが狭ビームであるかどうかを判断し、狭ビームであった場合には、それを切替先ビーム番号選択部により選択されたビーム番号の狭ビームに切り替えるための狭ビーム切替部と、同一周波数干渉があるかどうかを判定するための同一周波数干渉判定部と、同一周波数干渉判定部の判定結果に基づいて、同一周波数干渉がある場合には周波数の切替を実行する周波数切替部とを備えている。

【0026】また、通信中ビーム制御手段が、最適な切替先基地局を選択するための切替先基地局選択部をさらに備えている。

【0027】また、通信中ビーム制御手段が、相手側からの電波到来方向および相手側の移動速度から切替セル内干渉を予測するための干渉予測部をさらに備えている。

【0028】本発明に係わる無線通信方法は、基地局と無線端末との間で無線通信を行うための無線通信方法で、基地局が、無線端末からの信号を受信して、該信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択する工程と、基地局が、選択されたビームにて送信を行う工程とを備えている。

【0029】また、無線端末が、基地局からの信号を受信して、該信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御する工程と、無線端末が、選択されたビームにて送信を行う工程とを備えている。

【0030】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1(a)は、本発明の無線通信装置における基地局セル構成を示した図である。図1(b)は、図1(a)のセル構成における狭ビームによる基地局セルの1つを示した部分拡大図である。図1において、1および2は基地局、1xは基地局1のオムニビーム、2a~2pは基地局2の狭ビーム、11および12は無線端末、3xは無線端末11のオムニビームである。以下、動作について、図1に基づいて説明する。図1では基地局1および2をいわゆる六角セルを基準に配置した場合の例を示している。六角セル配置については、例えば、奥村、進士共監「移動通信の基礎」(社団

法人電子情報通信学会発行)に詳しく記載されている。ただし、本発明は、6角セルに限られるものでなく、他の場合にも適用できるものである。図1においては、基地局1がオムニビームで、基地局2が狭ビーム(マルチビーム)で、それぞれ送信を行っている様子を示している。図1においてマルチビームは16個の狭ビームで構成されるものとしている。基地局1および基地局2は、説明の都合上、別々の符号により示しているが、基本的には同一の構成であり、無線端末11及び12との間で最適なアンテナパターンを選択して送受信するものである。すなわち、すべての基地局1および2が、狭ビーム送信を行う場合もあり、逆に、オムニビームによる送信を行う場合もあり、さらにいえば、オムニ/狭ビームはチャンネル毎、すなわち、無線端末11または12毎に異なる。無線端末11は受信状態が最良となる基地局、図1(b)の場合は基地局2、との間で送受信を行う。無線端末11に対し基地局2は狭ビーム2aにより送信を行い、無線端末3はオムニビーム3xで送信する。一方、無線端末12は当該基地局1との間で、オムニビーム1xで送受信する。すなわち、無線端末11及び12は、オムニビームあるいは狭ビームのいずれかで送信された基地局1及び2の送信信号を受信することで通信を行う。基地局1及び2は、無線端末11との送信に先立ちオムニビーム/狭ビームのいずれにて送信するかを選択・制御する。制御は、同一周波数チャンネル干渉、移動速度、セル内トラヒックなどの相手側の無線端末11または12の情報をもとに行われる。これら情報は無線端末11または12毎に異なり、例えば、同一周波数干渉量、チャンネル切替頻度、通話中回線断などを評価関数とし、それらの評価値が最適になるように制御する。

【0031】オムニビーム/狭ビームを選択・制御し送信する基地局1及び2の構成を図2に示す。図2において、40はアンテナアレイであり、無線端末に対して信号の送受信を行う複数のアンテナ素子40a~40pを有している。1010はアンテナ素子40a~40pにおいて受信した信号または基地局1または2から送信したい信号に基づいて複数のアンテナパターンを形成するためのマルチビーム形成部、1011は送受信信号のタイミングを切り替えるための送受信切替部である。1012は当該基地局1または2で通信中の無線端末11または12の個々に対し、適切なアンテナパターンが形成されるようにマルチビーム形成部1010を制御すると共にオムニパターンでのアクセスが必要な無線端末11または12に対しては、オムニパターンを割り当てる制御を行うためのビーム制御部である。1013は送受信切替部1011から出力された信号を送受信機ユニット1015に接続するための受信スイッチマトリクスで、1014は送受信機ユニット1015からの無線端末11または12に送信すべき信号を狭ビーム信号に対応づけるための送信スイッチマトリクスである。1015は

送受信する信号の処理を行う送受信機ユニットである。図2は、本発明の説明に必要な最小限の構成要素のみを示しており、また、マルチビーム形成の手法は、本発明の本質ではないので、後述の動作説明において簡単に述べることにし、ここでは詳しい説明は省略する。マルチビームを形成する具体的な実現方法については、例えば電子情報学会誌平成7年度9月号に掲載された『通信用デジタルビームフォーミングアンテナ：唐沢、猪股』に詳しい記載がある。

【0032】以下、図2の動作について説明する。最初に、基地局受信の動作について説明する。無線端末11は、オムニビーム3xにより、在圏セル基地局2への送信を行う。無線端末11から送信されてきた信号は、基地局2において、アンテナアレイ40の複数のアンテナ素子40x(ここで、 $x=a\sim p$)で受信した後、マルチビーム形成部1010にもたらされる。マルチビーム形成をデジタルビームフォーミング(DBF)で行う場合を例にとると、マルチビーム形成部1010は受信信号を各アンテナ素子40x毎にデジタル信号に変換し、アンテナ素子40x毎に異なるウェイトを与えて合成することにより、複数のアンテナパターンを作り出す。この様子を図3に示す。図3中、PB1~PBnはアンテナパターンの模式図であり、B1~BnはアンテナパターンPBx($x=1\sim n$)に対応する送受信信号(以下、狭ビーム送信信号、狭ビーム受信信号と呼び信号の方向で使い分けるものとする)である。また、オムニパターンについてはマルチビーム形成部1010で生成してもよいし、オムニパターン用のアンテナを別途設けてもよいものとする。受信信号は、マルチビーム形成部1010における信号処理によりPB1~PBnに示すような狭ビーム特性を持つ、アンテナ素子40xで受信されたのと等価な受信信号となる。基地局2は、複数のユーザ信号を同時に受信するが、これはマルチビーム形成部1010にて同時に複数の狭ビームパターンを生成し、出力信号B1~Bnとして出力することで実現される。送受信切替部1011は送受信信号のタイミングを切り替える機能を有し、例えば、TDD(Time Division Duplex)、すなわち、送受信を同一周波数で時間的に交互に行うシステムでは、送信と受信とを時間的に切り替えるスイッチとして実現でき、FDD(Frequency Division Duplex)、すなわち、異なる周波数で同時送受信が必要なシステムでは、デュープレクサにより実現される。また、受信スイッチマトリクス1013は、出力信号Bxを、送受信機ユニット1015の特定送受信機TRX#x($x=1, 2, \dots, n$)に接続する。

【0033】次に、基地局送信の動作を説明する。送受信機ユニット1015からの送信信号は、送信スイッチマトリクス1014にて、狭ビーム送信信号Bxに対応づけられる。狭ビーム送信信号Bxは、マルチビーム形成部1010で形成されるアンテナパターンPBxに対

応するものであり、送信スイッチマトリクス1014を適切に切り替えることにより各特定送受信機TRX#xの送信信号が所望のアンテナパターンPBxにより通信先無線端末11または12に向けて送信される。なお、このとき、ビーム制御部1012は、当該基地局で通信中の無線端末11または12の個々に対し、適切なアンテナパターンPBxが形成されるようにマルチビーム形成部1010を制御すると共にオムニパターンでのアクセスが必要な無線端末11または12に対しては、オムニパターンを割り当てる制御を行う。さらに、マルチビーム形成部1010は受信スイッチマトリクス1013及び送信スイッチマトリクス1014に対し、送受信機ユニット1015の個々の特定送受信機TRX#xとオムニパターンを含むアンテナパターンPBxとの関係づけを行う。

【0034】この発明に係る無線通信装置および無線通信方法においては、基地局が、送信に先立ち、アンテナ素子40a~40pで受信した到来電波に基づいて、同一周波数チャネル干渉、移動速度、セル内トラヒックなどの相手側の無線端末11または12の情報をもとに、オムニビーム/狭ビームのいずれにて送信するべきかをビーム制御部1012において選択・制御して、オムニビーム/狭ビームのうちの望ましい方を使用して通信するようにしたので、従来のオムニビームのみで構成する通信方法より同一周波数干渉電力を低減することができ、システム容量を向上させる効果がある。

【0035】実施の形態2. 実施の形態2について、図4を用いて説明する。図において、3a~3e（以下、まとめて3iとする。i=a~e）は、無線端末11Aの狭ビームである。他の構成要素は図1と同じであるため、同一符号により示し、ここではその説明は省略する。図4（b）に示すように、基地局2は無線端末11Aに対し狭ビーム2aにより送信を行う。一方、無線端末11Aは、基地局2との間で最適な送信パスを選択し、無線端末11Aの狭ビーム3iとして送信する。無線端末11Aの構成を図5に示す。図5において、60はアンテナアレイであり、基地局2に対して信号の送受信を行う複数のアンテナ素子60a~60pを有している。1310はマルチビーム形成部であり、図2のマルチビーム形成部1010と同様の機能を有するものである。1311は送受信切替部であり、1312はビーム制御部で、これらはそれぞれ図2の送受信切替部1011およびビーム制御部1012と同様の機能を有する。1313は送受信信号の処理を行う送受信機である。図5においては、送受信機1313が1セットであり、この点を除けば、図5は図2とほぼ同一の構成である。また、無線端末11Aにおいては、送信ビームはマルチビームである必要がないため、送信スイッチマトリクス1014は不要となる。同様に、受信系も複数のマルチビームで受信した信号を複数の異なる特定送受信機TRX

#x（図2参照）にスイッチングする必要がないため、受信スイッチマトリクス1013も不要である。ビーム制御部1312は、オムニビーム/狭ビームのいずれにて送信するべきかを選択・制御するとともに、最適な送信狭ビームパターンを生成するための制御、ならびに、受信電力を最大にするとともに干渉電力を最小にするような狭ビームアンテナパターンを1つ以上作成するように制御するものである。

【0036】無線端末が、実施の形態1の基地局と同様に、送信に先立ち、アンテナ素子60a~60pで受信した到来電波に基づいて、同一周波数チャネル干渉、移動速度、セル内トラヒックなどの相手側の基地局の情報をもとに、オムニビーム/狭ビームのいずれにて送信するべきかをビーム制御部1312において選択・制御して、オムニビーム/狭ビームのうちの望ましい方を使用して通信するようにしたので、従来のオムニビームのみで構成する方式より、同一周波数干渉電力を一層低減しシステム容量をより向上させる効果がある。

【0037】実施の形態3. 次に、基地局1、2が、無線端末11Aと通話を開始する場合のビーム割当方法について説明する。ビーム割当は、基地局1、2および無線端末11A内に設けられたビーム制御部1012及び1312で行われる。図6は、ビーム割当の動作を示した流れ図である。図6においては、基地局1、2におけるビーム割当の手順を示しており、本発明の動作を説明するのに必要な要素のみ抽出してある。図において、ステップS30は受信電界レベル測定ステップ、ステップS31は発呼を監視するステップ、ステップS32はあらかじめ設定された受信電界レベル閾値に対し受信電界レベル測定値を比較するステップ、ステップS33は呼に対しオムニビームを割当処理するステップ、ステップS34は狭ビームを割当処理するステップである。

【0038】基地局2は、無線端末11Aの送信信号レベル（RSSI_{mes}）を予め測定し（ステップS30）、発呼があった場合（ステップS31）、このレベルに対して、予め設けられた閾値（RSSI_{th}）とのレベル比較を行い（ステップS32）、閾値RSSI_{th}以上ならば、オムニビームの割当処理を行い（ステップS33）、閾値RSSI_{th}以下ならば、狭ビームの割当処理を行う（ステップS34）。これにより、基地局1、2近傍に存在する無線端末11Aにオムニビーム（図1の1x参照）が割当てられる確率が高くなり、一方、基地局1、2遠方に存在する無線端末11Aに対しては狭ビーム（図1の2a~2p参照）が割り当てられるようになる。

【0039】なお、無線端末11Aに移動の要素がある場合、狭ビームは、基地局1、2近傍では、アンテナ素子の仰角および方位角の影響を強く受けることになり、ビーム切替およびビーム監視の頻度が高まる。一方で、基地局1、2近傍は、伝搬ロス、マルチパスの影響が少ないため、狭ビームの必要性は高くない。これに対し、

基地局1、2遠方では、伝搬ロス、マルチパス、さらに同一周波数干渉の影響を強く受けるため、狭ビームによる通信が望ましい。ビーム切替、およびビーム監視の頻度もセル近傍に比べ少なくてもよい。オムニビーム割当て処理（ステップS33）では、周波数、スロットなどの割当て制御を行う。狭ビーム割当て処理（ステップS34）では、周波数、スロットに加え、狭ビーム番号の割当てを行う。狭ビーム番号は、基地局狭ビーム（ $2x : x = a \sim p$ ）のいずれであるかを示す番号であり、受信電界強度や同一周波数干渉電力を監視することにより最適な狭ビームを選択する。なお、無線端末11Aで狭ビーム形成が可能な場合は無線端末11Aにも図6の手順を適用すれば、さらに安定した通信路を確保することができる。

【0040】以上のように、この実施の形態においては、受信電界レベルを監視する機能を基地局、無線端末、あるいはその両方が有し、受信電界レベルについて設定された閾値にとの比較を行って、オムニビーム／狭ビームの割当て制御を行うようにしたので、基地局近傍の無線端末のビーム切替頻度を低減し、セル周辺の無線端末の干渉電力を低減する効果がある。

【0041】実施の形態4. この実施の形態においては、他のビーム割当ての方法について説明する。図7は、この実施の形態による基地局1、2におけるビーム割当ての手順を示した流れ図であり、本発明の動作を説明するのに必要な要素のみ抽出してある。S41は発呼無線端末に予め登録されている属性が静止端末か移動端末かを判定するステップであり、他のステップは図6と同一である。基地局2は、無線端末からの発呼があった場合、無線端末11Aを監視し（ステップS31）、その無線端末11Aが、発呼要求した無線端末ならば、その無線端末11Aの属性を調べる（ステップS41）。ここでの無線端末の属性とは、発呼時に基地局1、2と無線端末11Aとの間でやりとりされる情報の中に含まれるもので、無線端末11Aが、移動端末なのか、静止（固定）端末なのかを示すものである。無線端末11Aの属性が、静止（固定）端末の場合にはオムニビーム割当てを行い（ステップS33）、移動端末の場合には狭ビーム割当てを行う（ステップS34）。これにより、静止している無線端末11Aにオムニビームが割当てられ、一方、移動する無線端末11Aに対しては狭ビームが割り当てられるようになる。すなわち、静止状態にある無線端末11Aはマルチパス変動の影響が少ないことからオムニビームでの受信を行い、特に静止状態で、問題となる程度にまでレベルが落ち込んでいる地点に無線端末11Aが設置されている場合には、例えば、アンテナ切替ダイバシティなどの空間ダイバシティにより特性を改善する。空間ダイバシティによる受信電界レベルの確保は、狭ビームを使った場合には期待できない。狭ビームでは受信波の空間相関がとれないため、十分な空間的距

離をとる必要があるからである。すなわち、狭ビームを静止無線端末が使用すると空間ダイバシティを機能させるためにはアンテナ間の距離をとらなければならない有効ではない。一方、移動無線端末に狭ビームを割り当てることにより、移動に伴い発生する高速マルチパス変動や、短区間中央値変動の影響を低減し、かつ、同一周波数干渉量を低減することができるので、所要CIR（希望波電力対干渉波電力比）およびCIRマージンを大幅に軽減することが可能となる。なお、図7に示したビーム割当ては無線端末11Aで行ってもよい。すなわち、無線端末が狭ビーム形成機能を有する場合、図4に示したアルゴリズムに従い発呼時に無線端末側でもオムニ／狭ビーム生成を行う。

【0042】以上のように、この実施の形態においては、発呼時に、相手側の無線端末が、移動無線端末であるか静止無線端末であるかを識別して、それにより、オムニビーム／狭ビーム割当て制御を行うようにしたので、移動端末が通信を行う場合、多重波干渉の影響を低減しシステム容量を向上させる効果がある。

【0043】実施の形態5. 図8は、この実施の形態による基地局1、2における他のビーム割当ての手順を示したものであり、本発明の動作を説明するのに必要な要素のみ抽出してある。S51は移動速度 V_{mes} を推定するステップ、S52は推定移動速度 V_{mes} と移動速度の閾値 V_{th} とを比較するステップであり、他のステップは図6と同一である。基地局2は、発呼があった場合（ステップS31）、無線端末11Aの移動速度を推定し（ステップS51）、推定移動速度 V_{mes} と閾値 V_{th} とを比較して（ステップS52）、推定移動速度 V_{mes} が閾値 V_{th} 以下であれば、オムニビーム割当てを行い（ステップS33）、閾値 V_{th} 以下であれば狭ビーム割当てを行う（ステップS34）。この手順により、低速移動端末にはオムニビームが、高速移動端末には狭ビームが割り当てられるようになる。移動速度推定の方法については、例えば、回線状態により受信レベルが落ち込む周期を観測する等することにより推定すればよく、また、その場合に限らず種々の方法を用いることができる。以上のように、この実施の形態においては、移動速度検出機能（ステップS51）を導入することにより、推定移動速度に応じてオムニビームまたは狭ビーム割当てを行う。なお、図8に示したビーム割当ては無線端末11Aで行ってもよい。すなわち、無線端末11Aが狭ビーム形成機能を有する場合、図8に示したアルゴリズムに従い、発呼時に無線端末11A側でもオムニビーム／狭ビーム生成を行うようにする。

【0044】以上のようにこの実施の形態においては、相手側無線端末の移動速度を検出する機能を、基地局、無線端末、あるいは両方が有し、移動速度について設定された閾値に対しオムニビーム／狭ビーム割当て制御を行うようにしたので、移動速度が変化する無線端末におい

ても、多重波干渉の影響を低減しシステム容量を向上させる効果がある。

【0045】実施の形態6. 図9は、基地局1、2におけるビーム割当ての他の手順を示したものであり、本発明の動作を説明するのに必要な要素のみ抽出してある。S61はセル内の通話トラヒック量 G_{mes} を推定するステップ、S62は推定トラヒック量 G_{mes} とトラヒック量閾値 G_{th} とを比較するステップであり、他のステップは図6と同一である。基地局2は、発呼があった場合（ステップS31）、無線端末の通話トラヒック量 G_{me} を推定し（ステップS61）、推定通話トラヒック量 G_{mes} と閾値 G_{th} とを比較して、推定通話トラヒック量 G_{mes} が閾値 G_{th} 以下であれば、オムニビーム割当てを行い（ステップS33）、閾値 G_{th} 以下であれば狭ビーム割当てを行う（ステップS34）。この手順により、セル内の通話トラヒックが少ない場合にはオムニビームが、通話トラヒックが高くなると狭ビームが割り当てられるようになる。すなわち、低通話トラヒック時は、同一周波数干渉等の影響が大きくないため、オムニビームアンテナを使用することで狭ビーム使用時に不可欠なビーム切替制御を不要にし、通話トラヒック量が増加すると地理的な周波数再利用に伴い増大する干渉雑音の影響を除去するために狭ビームを使用する。

【0046】以上のように、この実施の形態においては、当該セル内のトラヒック量を監視するトラヒック監視機能を、基地局、無線端末、あるいは両方が有し、セル内トラヒック量について設定された閾値に対し、オムニビーム／狭ビーム割当制御を行うようにしたので、セル内トラヒックが少ない場合はビーム切替負荷を低減する効果がある。

【0047】実施の形態7. 図10は、基地局1、2におけるビーム割当ての他の手順を示したものであり、本発明の動作を説明するのに必要な要素のみ抽出してある。S71は発呼無線端末に予め登録されている属性が高品質要求無線端末かそうでない無線端末かを判定するステップであり、他のステップは図6と同一である。発呼要求があると、基地局1、2は、発呼要求のあった無線端末を監視し（ステップS31）、それが発呼端末ならば、その無線端末11Aの属性を調べる（ステップS71）。ここでいう無線端末の属性とは、発呼時に基地局1、2と無線端末11Aとの間でやりとりされる情報の中に含まれるもので、無線端末11Aがデータ伝送専用端末等の高品質要求端末なのか、音声通話を主たる使用目的とする無線端末なのかなど、無線端末11Aのサービス要求を品質属性として与えたものである。この結果、無線端末11Aの属性が高品質を要求しない無線端末であった場合にはオムニビームが割当てが（ステップS33）、高品質を要求する無線端末11Aであった場合には狭ビーム割当てが行われる（ステップS34）。すなわち、高品質要求端末はマルチパス変動の影響、な

らびに同一周波数干渉条件が改善された狭ビームによる通信が行われ、品質要求レベルが高くない無線端末はビーム切替制御負荷のないオムニビームによる通信を行い無線端末の制御負荷を軽減する。

【0048】無線端末11Aの品質要求レベルは、上述したような端末毎のサービス要求にリンクする方法の他に、実使用回線品質に応じて決定する方法も容易に考えられる。例えば、音声通話専用無線端末でも、地理的問題により受信環境が劣悪な場合には狭ビーム割当てを行うようなビーム割当を行う方式である。この場合、無線端末11Aの属性として現在の無線端末11Aの受信回線品質を定義することで可能となる。受信回線品質は通話時の平均誤り率、推定CIRなどを利用することで容易に実現できる。

【0049】この実施の形態においては、相手側の無線端末の品質要求レベルによりオムニビーム／狭ビーム割当てを行うようにしたので、ビーム切替負荷を低減する効果がある。なお、図10に示したビーム割当ては無線端末11Aで行ってもよい。すなわち、無線端末11Aが狭ビーム形成機能を有する場合、図10に示したアルゴリズムに従い、発呼時に無線端末11A側でもオムニビーム／狭ビーム生成を行う。

【0050】実施の形態8. 以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。通信中にオムニビーム／狭ビームを選択・制御し、送信する基地局1A、2Aの構成を図11に示す。図11において、80は通信中ビーム制御部であり、その他の構成要素は図2と同一であるため、同一符号により示し、ここではその説明は省略する。次に、基地局1、2の送信の動作を説明する。通信中ビーム制御部80は、当該基地局1、2で通信中の無線端末11Aの個々に対し、通話中に最適なビームが形成されるように制御を行うものである。基地局1、2と無線端末11Aとの最適なリンクは無線端末11Aの移動や電波伝搬特性、さらには同一周波数干渉端末の発生・消滅により事変である。このため、通信中ビーム制御部80では常に適切なアンテナパターンPB1～PBn（図3参照）が形成されるように、チャネル単位で受信電界レベル、同一周波数干渉電力、移動速度の変化など回線品質の監視を行い、条件に応じてオムニビーム／狭ビーム割当て制御を行う。

【0051】以上のように、この実施の形態においては、基地局が、通信中ビーム制御部80をさらに備えて、通話中および待受中に、オムニビーム／狭ビームのいずれで通信するべきかを選択・制御するようにしたので、通話中にもオムニビーム／狭ビームの切替を行うことができ、同一周波数干渉電力をさらに低減し、システム容量を向上させる効果がある。

【0052】実施の形態9. 実施の形態9について図12を用いて説明する。図12において、90は通話中ビーム制御部である。図12は、通話中ビーム制御部90

が設けられた点を除いて図5と同一の構成である。通信中ビーム制御部90は、当該送受信チャネルが最適な送信狭ビームパターンを生成するための制御(送信制御)、ならびに受信電力を最大にし、かつ、同一周波数干渉電力を最小にするような狭ビームアンテナパターンを1つ以上作成するように制御する(受信制御)。

【0053】無線端末が、通話中および待受け中に狭ビームとオムニビームとの切替の選択・制御を行うビーム制御部1312及び通信中ビーム制御部90を備えたことにより、通話中にもオムニビーム/狭ビーム切替を行うので、同一周波数干渉電力を一層低減しシステム容量をより向上させる効果がある。

【0054】実施の形態10. 狭ビームを使用した場合のセル内チャネル切替手順について、図13を用いて説明する。図13において、1、2および3は基地局であり、1x、2x及び3xは、それぞれ、基地局1、2および3の在圏ゾーンである。1a~1s、2a~2s及び3a~3sは、基地局1、2および3が形成する狭ビームであり、11、12、13及び14は無線端末である。今、基地局1の在圏ゾーン1x内の無線端末11がビーム切替する場合を例にして以下説明する。無線端末11は狭ビーム1bから他の狭ビーム1i方向に移動し、セル内チャネル切替要求を行う。同時刻に同一周波数を使用している基地局3の在圏ゾーン3x内の無線端末13は狭ビーム3lを使用して通信を行っているが、アンテナ指向性により無線端末11は同一周波数干渉を受けないためチャネル切替はビーム切替で実行される。一方、基地局1の在圏ゾーン1x内の無線端末12は狭ビーム1dから狭ビーム1mへ移動するためチャネル切替を要求したが、同時刻に同一周波数を基地局2の在圏ゾーン2x内で無線端末14が狭ビーム2pで通信を行っているため、ビーム切替を行うと同一周波数干渉が発生するため、周波数切替とビーム切替とが同時に行われる。

【0055】これら一連のチャネル切替制御は、基地局内の通信中ビーム切替80(図11参照)あるいは通信中ビーム切替90(図12参照)で行われるが、その動作を図14で説明する。図14はセル内チャネル切替の手順を示した流れ図であり、本発明の動作を説明するのに必要な要素のみ抽出してある。S201はセル内チャネル切替を監視するステップであり、S202は切替先ビーム番号の選択を行うステップであり、S203は同一周波数干渉を監視するステップであり、S204は周波数切替を行うステップであり、S205は現在狭ビーム/オムニビームのいずれを使用中であるかを判断するステップであり、S206は通信用ビームを新しい番号の狭ビームに切り替えるステップである。

【0056】セル内チャネル切替(ステップS201)は、受信電界レベル、干渉電力に代表される回線品質情報を監視することにより行われ、セル内チャネル切替条

件が成立すると、切替先ビーム番号の選択(ステップS202)を行う。切替先ビーム番号の選択(ステップS202)は、基地局1、2および3で選択する場合を例にとると受信ビームを切り替えながら、受信電界レベルが最大となるビーム、あるいは、希望波電力対干渉波電力比(CIR)が最大となるようなビームをスキャンする方法により最適な狭ビームの選択を行う。受信電界レベルを最大にするビーム番号のスキャンは希望波に対して行われなければならない、同一周波数干渉波を誤って検出しないようにする必要がある。この具体的な例としては、基地局毎に個別にビーコン信号を設けてもよいし、カラーコードのような送信局を特定することを目的とした識別信号を内蔵した信号を受信するようにしてもよい。ステップS202においてレベルが最適な切替先ビーム番号が決定した後、回線品質を推定し(ステップS203)、同一周波数干渉などにより規定の回線品質を満たさない場合には、同一周波数干渉があるものと判断し、周波数切替をおこなう(ステップS204)。さらに、現在、狭ビーム使用中かどうかを判断し(ステップS205)、狭ビーム使用中の場合にはビーム切替をおこなう(ステップS206)。なお、切替先ビーム番号の選択(ステップS202)は無線端末11、12、13側で行ってもよい。

【0057】狭ビーム使用中のセル内チャネル切替について、電波到来方向検出機能により同一周波数干渉の影響がない場合はビーム切替で対応し、影響がある場合は周波数切替(チャネル切替)を行うようにする。この結果、狭ビームを用いた通信中のセル内ビーム切替において、同一周波数干渉が発生しない場合には、周波数切替は行わないので、通話中の強制切断を低減できる効果がある。

【0058】実施の形態11. 次に、狭ビームを使用した場合のセル間チャネル切替手順について、図15を用いて説明する。図15において、1、2、3及び4は基地局であり、1x~4xは、基地局1~4の在圏ゾーンであり、1a~1s、2a~2s、3a~3s及び4a~4sは、それぞれ、基地局1~4が形成する狭ビームで、110、111、112及び113は無線端末である。今、基地局1内の無線端末111及び110がセル間でビーム切替する場合を例に以下説明する。無線端末111は基地局1の在圏セル1x内で狭ビーム1hで通話中に基地局3の在圏セル3x内の狭ビーム3p方向に移動し、セル間チャネル切替要求を行っている。同時刻に同一周波数を使用している無線端末112は基地局4の在圏セル4x内で狭ビーム4sを使用して通信を行っているが、アンテナ指向性により無線端末111は同一周波数干渉を受けないためセル間チャネル切替はビーム切替で実行される。一方、無線端末110は1kで通信中に基地局2の在圏セル2x内の狭ビーム2gへ移動するため、チャネル切替を要求したが、同時刻に同一周波

数を基地局4内で無線端末113が狭ビーム4pで通信を行っているため、ビーム切替を行うと同一周波数干渉が発生する。従って、この場合は、干渉を避けるため、周波数切替とビーム切替とが同時に行われる。

【0059】これら一連のチャンネル切替制御は、基地局の通信中ビーム切替80あるいは無線端末の通信中ビーム切替90で行われるが、その動作を図16で説明する。図16はセル内チャンネル切替手順を示したものであり、本発明の動作を説明するのに必要な要素のみ抽出してある。S301はセル内チャンネル切替を監視するステップであり、S302は切替先基地局を選択するステップであり、S303は切替先ビーム番号の選択を行うステップであり、他の構成要素は図14と同一である。セル間チャンネル切替（ステップS301）は、基地局あるいは無線端末で、受信電界レベル、干渉電力に代表される回線品質情報を監視することにより行われ、セル間チャンネル切替条件が成立すると当該基地局は、切替先基地局の選択を行う（ステップS302）。切替先基地局の選択（ステップS302）は、図14における切替先ビーム番号の選択（ステップS202）と同一の動作となる。すなわち、当該基地局は切替先の候補となる基地局に対し、最適ビーム番号の検索を依頼する。切替先候補基地局は受信ビームを切り替えながら、受信電界レベルが最大となるビーム、あるいは、希望波電力対干渉波電力比(CIR)が最大となるようなビームをスキャンする方法により最適な狭ビームを選択し、当該基地局に報告する。報告を受けた当該基地局は切替先候補の中から最も受信電界レベルが最大となる基地局を切替先基地局として選択する。受信電界レベルを最大にするビーム番号のスキャンは図14と同様の手段で実現できる。

【0060】以上のように、この実施の形態においては、基地局が、狭ビーム使用中のセル内チャンネル切替について、電波到来方向検出機能により同一周波数干渉の影響がない場合はビーム切替で対応し、影響がある場合は周波数切替（チャンネル切替）を行うようにするとともに、切替先基地局の選択を行うようにしたので、同一周波数干渉レベルが閾値以下ならば周波数切替を行わないので、通話中の強制切断をさらに低減できる効果がある。

【0061】実施の形態12. この実施の形態においては、狭ビームによるセル間チャンネル切替を行う場合、切替先ビームで同一周波数干渉が生じる場合の周波数切替の方法として、切替先セル内で無線端末が移動することにより、すでに切替先セル内で使用中の周波数を避けた、干渉予測に基づくチャンネル割当を行う。図15を例に説明すると、基地局2内で狭ビーム2mがすでに使用中であり、この周波数と同一の周波数を無線端末110に割り当てているが、あらかじめ、無線端末110の移動方向を検出し、その方向が狭ビーム2mの方向である場合、この周波数を避けて割り当てることにより、不要

なチャンネル切替を低減する。この場合のビーム割当て手順を図17により説明する。S120はセル内での干渉を予測する干渉予測ステップ、S121は干渉予測の結果、周波数切替が必要かどうかを判断するステップであり、その他は図16と同一である。具体的な動作はチャンネル切替先基地局の干渉予測（ステップS120）で行われ、移動速度検出、電波到来方向検出の結果、周波数割当てを行った結果、無線端末の移動に起因して同一周波数を使用する無線端末どうしが接近し、サイドチャンネル切替を起動する可能性がある場合にはこれを避けた周波数割当てを行う。すなわち、割り当てようとするチャンネルを使用中の他無線端末からの干渉レベルが閾値以下だとしても、当該無線端末および干渉無線端末の移動速度と電波到来方向から将来干渉が予測される場合はこの周波数を避けることにより、不要なセル内チャンネル切替を防止する。

【0062】以上のように、この実施の形態においては、狭ビーム使用中のセル間チャンネル切替について、切替先基地局が無線端末のビーム到来方向からの同一周波数干渉電力測定を行い、干渉電力が、設定された閾値以下であれば、ビーム切替をチャンネル切替に優先するようにしたので、移動方向から切替先基地局内で同一周波数を使用している場合、その周波数を避けた周波数割当てを行うので、チャンネル切替頻度を低減する効果がある。

【0063】

【発明の効果】この発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0064】本発明の無線通信装置は、相互間で無線通信を行う基地局と無線端末とからなる無線通信装置で、上記基地局が、無線端末からの信号を受信するための受信手段と、受信手段により受信した信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するためのビーム制御手段と、ビーム制御手段により選択されたビームにて送信を行うための送信手段とを備えるようにしたので、基地局がオムニビームと狭ビームとを切り替えて使用することができ、従来のオムニビームのみで通信を行う場合に比べて、同一周波数干渉電力を低減し、システム容量を向上させることができる。

【0065】また、無線端末が、基地局からの信号を受信するための端末側受信手段と、端末側受信手段により受信した信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するための端末側ビーム制御手段と、ビーム制御手段により選択されたビームにて送信を行うための端末側送信手段とを備えるようにしたので、無線端末も、オムニビームと狭ビームとを切り替えて使用することができ、従来のオムニビームのみで通信を行う場合に比べて、同一周波数干渉電力を一層低減し、システム容量をより向上させることができる。

【0066】また、相手側情報が上記無線端末の送信信号レベルであって、ビーム制御手段が、無線端末の送信信号レベルを測定するレベル測定部と、レベル測定部により測定された送信信号レベルを所定の閾値と比較するためのレベル比較部と、比較部の比較結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第一のビーム割当て処理部とを備えるようにしたので、送信信号レベルが所定の閾値以下か否かで、ビーム割当て処理を行うので、基地局近傍の無線端末のビーム切替頻度を低減し、セル周辺の無線端末の干渉電力を低減する効果がある。

【0067】また、相手側情報が無線端末が移動端末であるか静止端末であるかという端末属性であって、ビーム制御手段が、無線端末が移動端末であるか静止端末であるかを検知するための移動／静止検知部と、移動／静止検知部の検知結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第二のビーム割当て処理部とを備えるようにし、無線端末が静止／移動のいずれの属性を持つか判定しオムニビーム／狭ビーム割当てを行うので、移動端末が通信を行う場合、多重波干渉の影響を低減しシステム容量を向上させる効果がある。

【0068】また、相手側情報が無線端末の移動速度であって、ビーム制御手段が、無線端末の移動速度を検出するための移動速度検出部と、移動速度検出部により検出された移動速度を所定の閾値と比較するための速度比較部と、速度比較部の比較結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第三のビーム割当て処理部とを備えて、無線端末の移動速度を検出しオムニビーム／狭ビーム割当てを行うので、移動速度が変化する無線端末においても、多重波干渉の影響を低減しシステム容量を向上させる効果がある。

【0069】また、相手側情報が上記無線端末のトラヒック量であって、ビーム制御手段が、無線端末のトラヒック量を検出するためのトラヒック量検出部と、トラヒック量検出部により検出されたトラヒック量を所定の閾値と比較するためのトラヒック量比較部と、トラヒック量比較部の比較結果により、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第四のビーム割当て処理部とを備え、基地局が自セル内のトラヒック量を監視しオムニビーム／狭ビーム割当てを行うので、セル内トラヒックが少ない場合はビーム切替負荷を低減する効果がある。

【0070】また、相手側情報が無線端末の要求品質レベルであって、ビーム制御手段が、無線端末の要求品質レベルを検知する要求品質レベル検知手段と、要求品質レベル検知手段により検知された要求品質レベルに基づいて、オムニビーム割当て処理及び狭ビーム割当て処理のいずれか一方を行うための第五のビーム割当て処理部と

を備え、無線端末の品質要求レベルによりオムニビーム／狭ビーム割当てを行うので、ビーム切替負荷を低減する効果がある。

【0071】また、基地局が、受信手段により受信した信号に基づいて、通信中の変化し得る相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するための通信中ビーム制御手段をさらに備え、基地局が、発呼時のオムニビーム／狭ビーム割当てに加え、通話中にオムニビーム／狭ビームの切替を行うので、同一周波数干渉電力を低減し、システム容量を向上させる効果がある。

【0072】また、無線端末が、端末側受信手段により受信した信号に基づいて、通信中の変化し得る相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御するための端末側通信中ビーム制御手段をさらに備え、無線端末が、発呼時のオムニビーム／狭ビーム割当てに加え、通話中にオムニビーム／狭ビーム切替を行うので、同一周波数干渉電力を一層低減しシステム容量をより向上させる効果がある。

【0073】また、通信中ビーム制御手段が、通信中にセル内チャネル切替を行うかどうかの判断を行うためのセル内チャネル切替部と、最適な切替先ビーム番号を選択するための切替先ビーム番号選択部と、現在使用中のビームが狭ビームであるかどうかを判断し、狭ビームであった場合には、それを上記切替先ビーム番号選択部により選択されたビーム番号の狭ビームに切り替えるための狭ビーム切替部と、同一周波数干渉があるかどうかを判定するための同一周波数干渉判定部と、同一周波数干渉判定部の判定結果に基づいて、同一周波数干渉がある場合には周波数の切替を実行する周波数切替部とを備え、狭ビームを用いた通信中のセル内ビーム切替において、同一周波数干渉レベルが閾値以下ならば周波数切替を行わないので、通話中の強制切断が低減させる効果がある。

【0074】また、通信中ビーム制御手段が、最適な切替先基地局を選択するための切替先基地局選択部をさらに備え、狭ビームを用いた通信中のセル間ビーム切替において、同一周波数干渉レベルが閾値以下ならば周波数切替を行わないので、通話中の強制切断が低減させる効果がある。

【0075】また、通信中ビーム制御手段が、相手側からの電波到来方向および相手側の移動速度から切替セル内干渉を予測するための干渉予測部をさらに備えるようにしたので、狭ビームを用いたセル間ビーム切替において、移動方向から切替先基地局内で同一周波数を使用している場合、その周波数を避けた周波数割当てを行うのでチャネル切替頻度を低減する効果がある。

【0076】本発明の無線通信方法は、基地局と無線端末との間で無線通信を行うための無線通信方法で、基地局が、上記無線端末からの信号を受信して、該信号に基

づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択する工程と、基地局が、上記選択されたビームにて送信を行う工程とを備えるようにしたので、基地局がオムニビームと狭ビームとを切り替えて使用することができ、従来のオムニビームのみで通信を行う場合に比べて、同一周波数干渉電力を低減し、システム容量を向上させることができる。

【0077】また、無線端末が、基地局からの信号を受信して、該信号に基づく相手側情報に基づいて、オムニビームと狭ビームのいずれのビームで送信を行うかを選択制御する工程と、無線端末が、上記選択されたビームにて送信を行う工程とを備えるようにしたので、無線端末も、オムニビームと狭ビームとを切り替えて使用することができ、従来のオムニビームのみで通信を行う場合に比べて、同一周波数干渉電力を一層低減し、システム容量をより向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1を示すセル構成図である。

【図2】 本発明の実施の形態1による基地局の構成を示したブロック図である。

【図3】 本発明の実施の形態1によるマルチビーム形成の動作説明図である。

【図4】 本発明の実施の形態2を示すセル構成図である。

【図5】 本発明の実施の形態2による無線端末の構成を示したブロック図である。

【図6】 本発明の実施の形態3によるビーム制御部の動作を示した流れ図である。

【図7】 本発明の実施の形態4によるビーム制御部の動作を示した流れ図である。

【図8】 本発明の実施の形態5によるビーム制御部の動作を示した流れ図である。

【図9】 本発明の実施の形態6によるビーム制御部の動作を示した流れ図である。

【図10】 本発明の実施の形態7によるビーム制御部の動作を示した流れ図である。

【図11】 本発明の実施の形態8による基地局の構成を示したブロック図である。

【図12】 本発明の実施の形態9による無線端末の構成を示したブロック図である。

【図13】 本発明の実施の形態10によるセル内チャネル切替を示すセル構成図である。

【図14】 本発明の実施の形態10のチャネル切替動作を示した流れ図である。

【図15】 本発明の実施の形態11によるセル間チャネル切替を示すセル構成図である。

【図16】 本発明の実施の形態11のセル間チャネル切替を示した流れ図である。

【図17】 本発明の実施の形態12のチャネル切替動作を示した流れ図である。

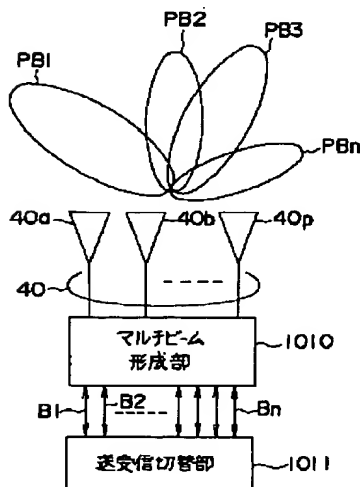
【図18】 セル半径 (m) と最大送信電力 (mW) との関係のグラフを示した図である。

【図19】 複数の狭ビームによる従来の基地局セル構成図である。

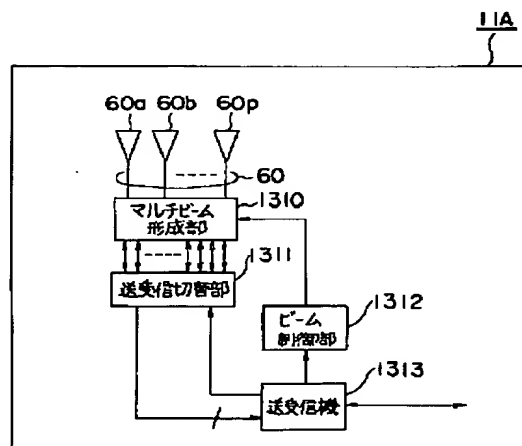
【符号の説明】

1, 2, 3, 4 基地局、1x, 2x, 3x オムニビーム (在圏ゾーン)、2a~2s 基地局狭ビーム、40, 60 アンテナアレイ、40a~40p, 60a~60p アンテナ素子、80, 90 通信中ビーム制御部、1010, 1310 マルチビーム形成部、1011, 1311 送受信切替部、1012 ビーム制御部、1013 受信スイッチマトリクス、1014 送信スイッチマトリクス、1015 送受信機ユニット、1012 ビーム制御部、1312 送受信機。

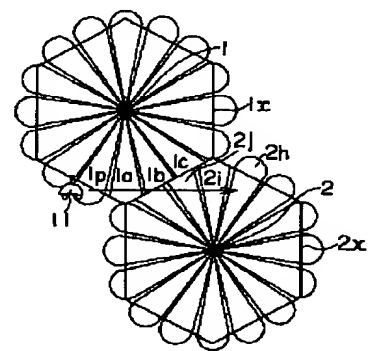
【図3】



【図5】

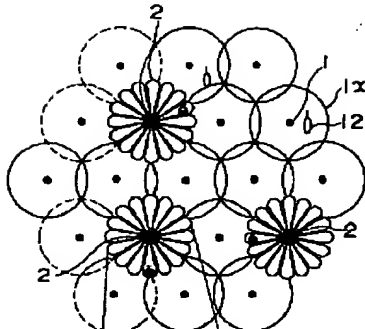


【図19】

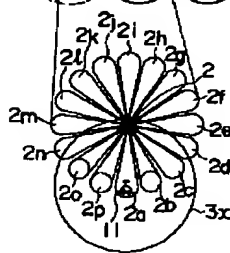


【図1】

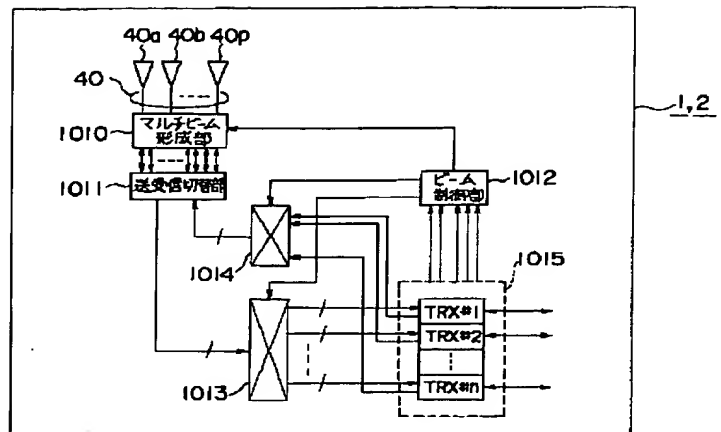
(a)



(b)



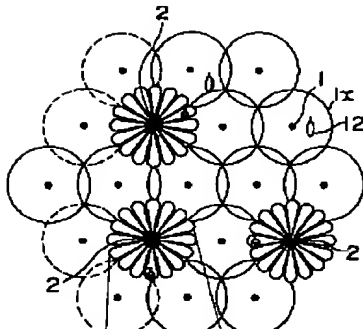
【図2】



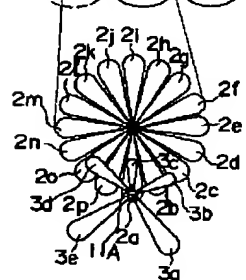
1013: 受信スイッチマトリクス
1014: 送信スイッチマトリクス
1015: 送受信機ユニット

【図4】

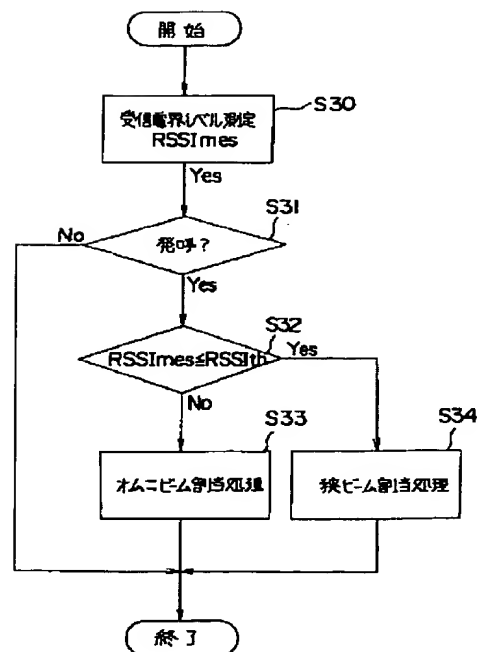
(a)



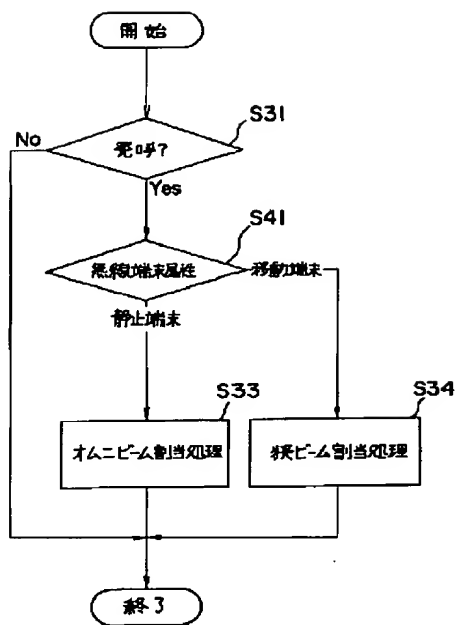
(b)



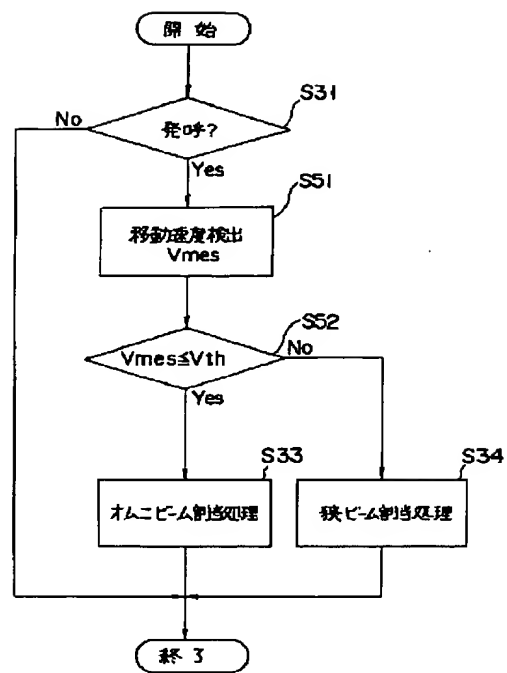
【図6】



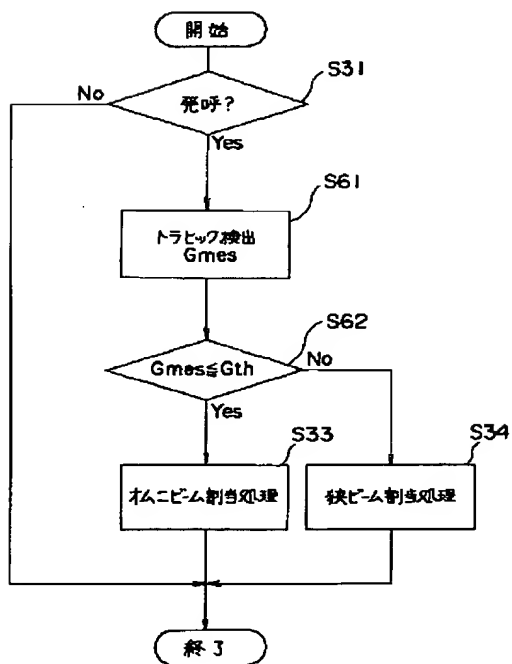
【図7】



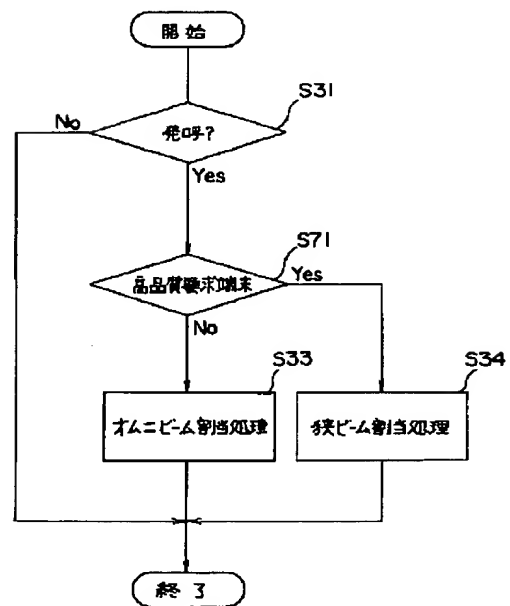
【図8】



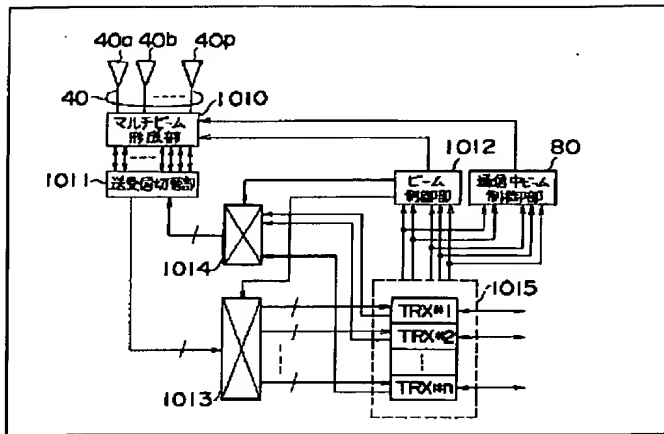
【図9】



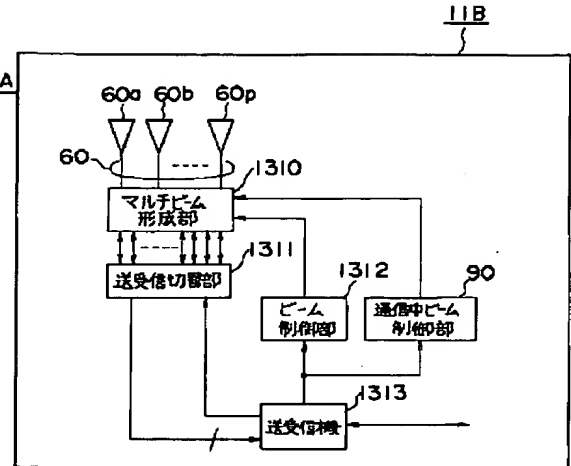
【図10】



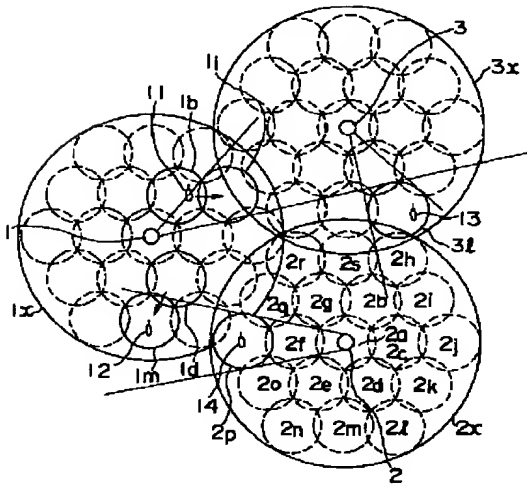
【図11】



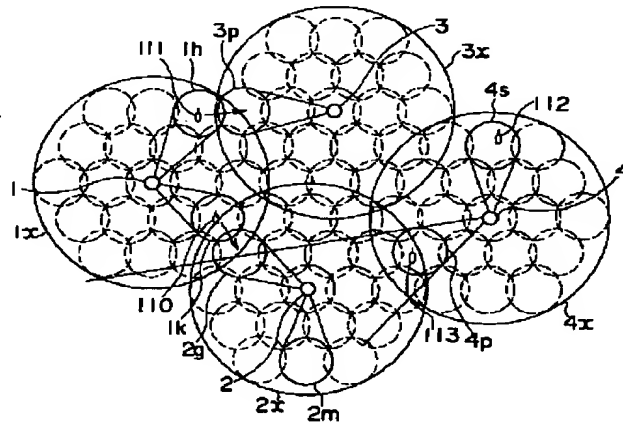
【図12】



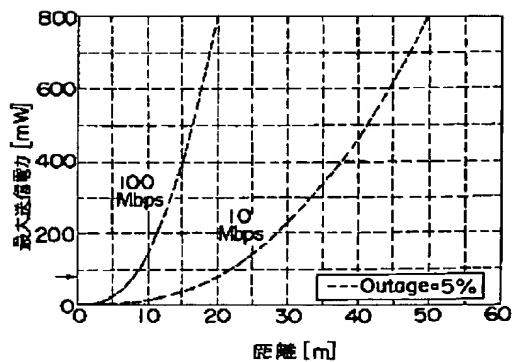
【図13】



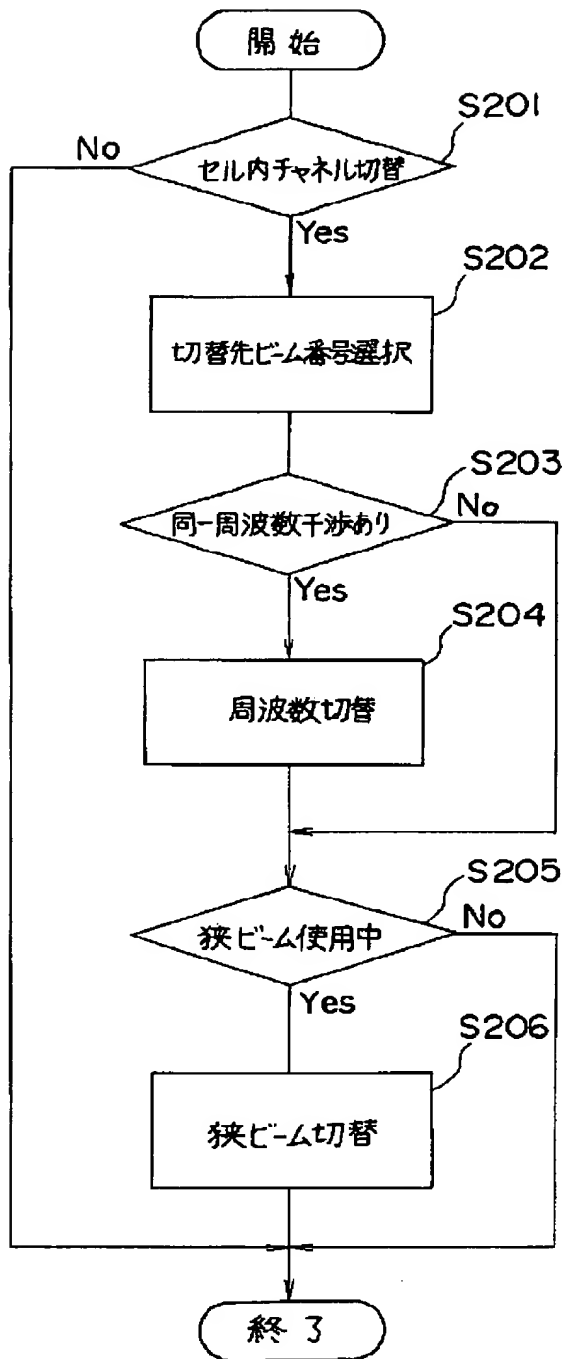
【図15】



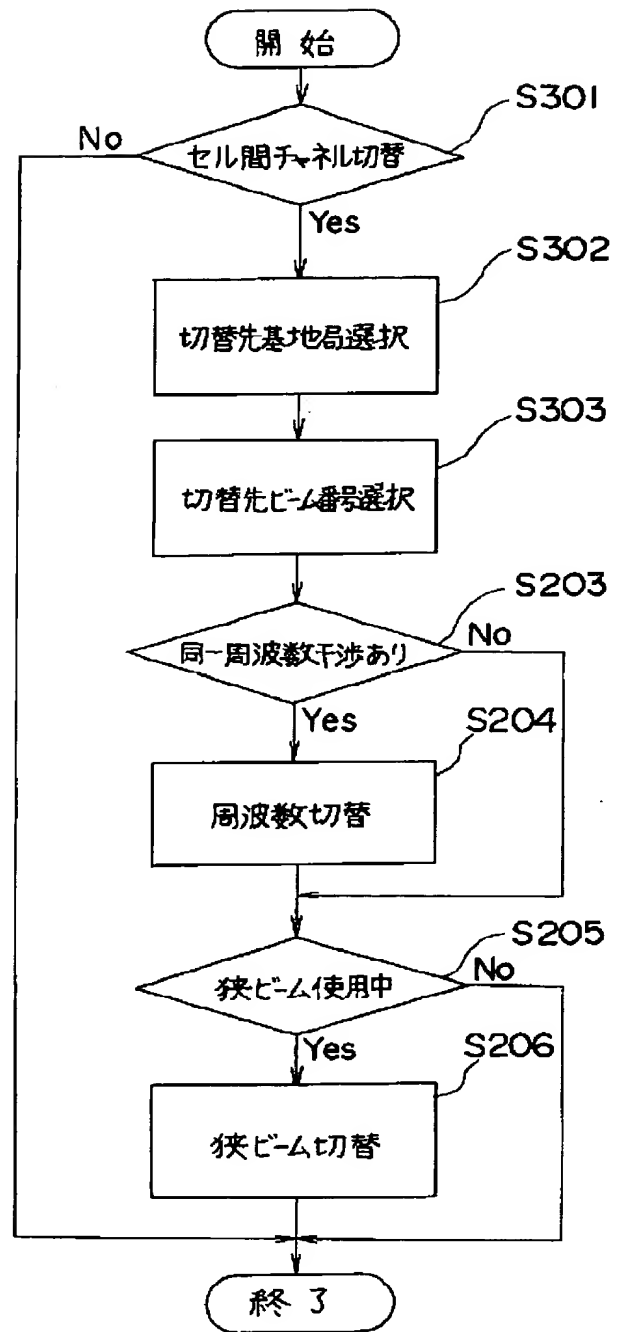
【図18】



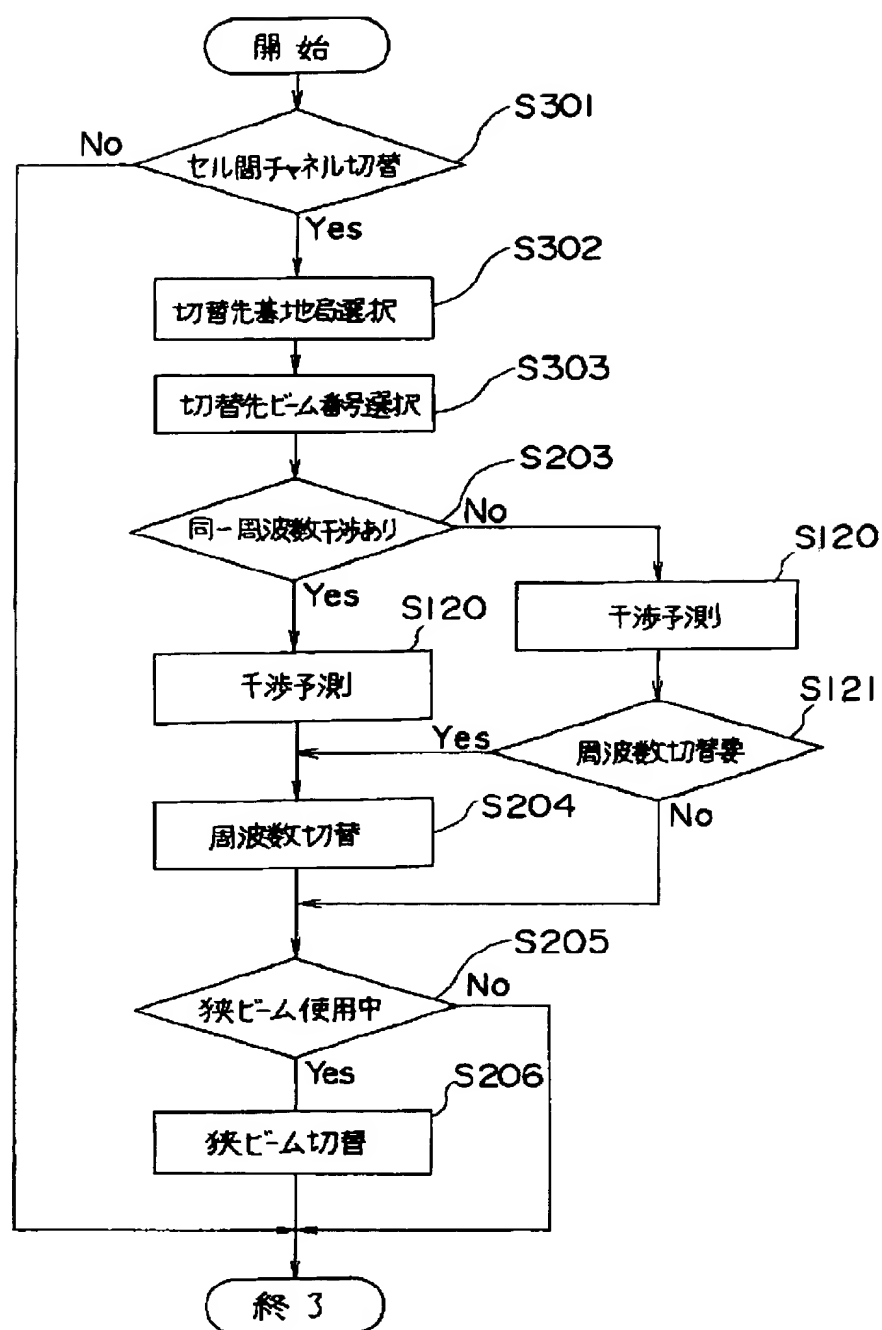
【図14】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 川端 孝史

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内